

**PHASE SHIFT PHOTOMASK AND BLANK FOR PHASE SHIFT PHOTOMASK**

Patent Number: JP10198017  
Publication date: 1998-07-31  
Inventor(s): HARAGUCHI TAKASHI;; MATSUO TADASHI;; OKUBO KINJI  
Applicant(s): TOPPAN PRINTING CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP10198017  
Application Number: JP19970002544 19970110  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G03F1/08; H01L21/027  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a phase shift photomask which has excellent translucency over a wide wavelength region, facilitates the phase difference control of the phase shift photomask and contributes to an improvement in the accuracy of the phase difference and a blank for this phase shift photomask.

**SOLUTION:** The blank 4 for the phase shift photomask is manufactured by forming a glass substrate 1, a phase difference adjustment layer 2 consisting of a zirconium compd. thin film having the etching rate smaller than the etching rate of a phase shift layer 3 and the phase shift layer 3 on a transparent glass substrate 1. The phase shift photomask is manufacture by forming resist patterns 5 on the phase shift layer 3 and executing dry etching with the resist patterns 5 as a mask and forming dug parts 6 on the phase shift patterns 3a and the phase difference adjustment layer 2.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-198017

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 3 F 1/08

H 0 1 L 21/027

識別記号

F I

G 0 3 F 1/08

H 0 1 L 21/30

A

5 0 2 P

5 2 8

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-2544

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月10日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 原口 崇

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印

刷株式会社内

(72) 発明者 松尾 正

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印

刷株式会社内

(72) 発明者 大久保 敏司

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印

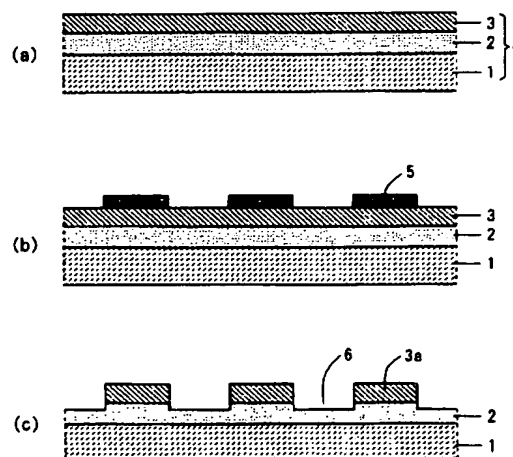
刷株式会社内

(54) 【発明の名称】 位相シフトフォトマスク及び位相シフトフォトマスク用ブランク

(57) 【要約】

【課題】 広い波長域に亘って透光性に優れ、且つ、位相シフトフォトマスクの位相差制御を容易にし、位相差の精度を向上し得る位相シフトフォトマスク及び位相シフトフォトマスク用ブランクを提供することを目的とする。

【解決手段】 透明なガラス基板1上にガラス基板1及び位相シフト層3よりもエッチング速度の小さいジルコニウム化合物薄膜からなる位相差調整層2と位相シフト層3を形成した位相シフトフォトマスク用ブランク4を作製し、位相シフト層3上にレジストパターン5を形成し、レジストパターン5をマスクにしてドライエッチングを行い、位相シフトパターン3a及び位相差調整層2に掘り込み部6を形成して位相シフトフォトマスクを作製する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ガラス基板上に位相シフトパターンを設けた位相シフトフォトマスクにおいて、ガラス基板表面上もしくは位相シフト層の下層に、ガラス基板及び位相シフト層よりもエッチング速度の小さい位相差調整層を設けていることを特徴とする位相シフトフォトマスク。

【請求項2】前記位相差調整層が、酸化ジルコニウム膜、窒化ジルコニウム膜及び酸化窒化ジルコニウム膜からなる群から選択されたジルコニウム化合物薄膜からなることを特徴とする請求項1記載の位相シフトフォトマスク。

【請求項3】露光光に対する透過光の位相差の微調整が前記位相差調整層のエッチング量によってなされていることを特徴とする請求項1または2記載の位相シフトフォトマスク。

【請求項4】ガラス基板上に位相差調整層と位相シフト層を設けてなる位相シフトフォトマスク用ブランクにおいて、ガラス基板表面上もしくは位相シフト層の下層に、ガラス基板及び位相シフト層よりもエッチング速度の小さい位相差調整層を設けていることを特徴とする位相シフトフォトマスク用ブランク。

【請求項5】ガラス基板上に位相差調整層と遮光層を設けてなる位相シフトフォトマスク用ブランクにおいて、ガラス基板表面上もしくは位相シフト層の下層に、ガラス基板及び位相シフト層よりもエッチング速度の小さい位相差調整層を設けていることを特徴とする位相シフトフォトマスク用ブランク。

【請求項6】請求項4又は請求項5記載の位相シフトフォトマスク用ブランクにおいて、前記位相差調整層が、酸化ジルコニウム膜、窒化ジルコニウム膜及び酸化窒化ジルコニウム膜からなる群から選択されたジルコニウム化合物薄膜からなることを特徴とする位相シフトフォトマスク用ブランク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造プロセス中のフォトリソグラフィ工程において高精度な微細パターンを形成する際の露光転写用フォトマスク及びこのフォトマスクを製造するためのフォトマスクブランクに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のフォトマスクでは、微細なパターンの投影露光に際し、近接したパターンはマスクの光透過部を通過した光が回折し、干渉し合うことによって、パターン境界部での光強度を強め合いフォトレジストが感光するため、ウェハー上に転写されたパターンが分離解像しないという問題が生じていた。この現象は露光波長に近い微細なパターンほどその傾向が強く、原理的には従来のフォトマスクと従来の露光光学系では光の波長以下の微細パターンを解像することは不可能であった。

【0003】そこで、隣接するパターンを透過する投影光の位相差を互いに180度とすることにより微細パターンの解像力を向上させるという、位相シフト技術を用いた位相シフトマスクが開発された。

【0004】位相シフト法は、マスクパターンの一部に位相シフト領域を設けることにより、透過する光の位相を180度シフトさせる構造としたものである。透過光が回折し干渉し合う際に位相が反転しているために境界部の光強度は弱め合い、結果転写パターンは分離解像する。この関係は焦点の前後でも成り立っているため、焦点が多少ずれていても解像度は従来法よりも向上し、焦点裕度が改善される。シフタの厚さ $d$ はパターン転写に用いる光の波長を $\lambda$ 、シフタ材料の屈折率を $n$ とすれば、 $d = \lambda / (2(n-1))$ で表わさせるように設定すればよい。

【0005】位相シフトマスクは、実際のLSIパターンにおける様々な形状のパターンに対応するために、空間周波数変調型やエッジ強調型、多段位相透過率制御型などの構造が提案されている。中でも特にレベンソン型やハーフトーン型は現在多くの利用がなされている。

【0006】レベンソン型位相シフトマスクはIBMのLevensonらによって提唱された典型的なマスク構造であり、同じ形のパターンが繰り返し配置されている場合には1個おきのパターンにシフタを配置するタイプである。特開昭58-173744号公報や特公昭62-50811号公報に記載されている。パターンを遮光層で形成する場合は、遮光パターンに隣接する開孔部の片側に位相シフト部を設けて位相反転させるが、遮光層が完全な遮光性を持たず、かつこの半透明遮光層によって位相が反転される場合にも、同様な解像度向上効果が得られ、この場合は特に孤立パターンの解像度向上に有効である。

【0007】また、ハーフトーン型位相シフトマスクは図4に示すように、ガラス基板31上の半透明膜に開口パターンを設け、かつ、このパターンを透過する光と半透明膜を透過する光とを逆位相にしている。半透明部32はそこを透過する光をレジストが感光する強度より低い値に抑えることにより実質上遮光領域として作用する。しかしパターンのエッジ付近では逆位相の光が打ち消しあい、半透明遮光パターンと透過部との境界の光強度は0になる。このことからパターンエッジのコントラストが向上し、その結果パターンの解像度は向上する。さらに、焦点の前後においても同様な効果が維持されるため、多少の焦点ズレがあっても解像度が上がり、よって焦点裕度が向上する効果が得られる。

【0008】しかしながら、シフター上置きやシフター下置きタイプのレベンソン型位相シフトフォトマスク、またはハーフトーン型位相シフトフォトマスクでは位相シフト層における深さ方向のエッチング制御が課題となっていた。即ち、位相シフト層のエッチング量の停止の

タイミングが早すぎる場合には所望の位相差を得ることが出来ず、また位相シフト層のエッチング完了後もエッチングが継続された場合には基板であるガラスがエッチングされてしまい位相差は180度よりも大きくなる。そのためウエハ転写時の解像性及び正確な転写性が得られなくなってしまう。

【0009】位相シフトフォトマスクのエッチングは加工精度の点などから、異方性エッチングをする必要があり、このためドライエッチングが使用される。また、エッチングには、 $\text{CHF}_3$  や  $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$  等のフッ素系ガス及びその混合ガスによるRIE (Reactive Ion Etching) が一般的であるが、特にこのフッ素系ガスを用いた場合のガラス基板のエッチング速度は大きく、位相差制御は容易でないという問題点があった。

【0010】一方でこれら課題の解決法の1つとして、位相シフト層のエッチングを自動的に停止するためにエッチングストッパーを用い、エッチングを位相シフト層の終点で停止させる方法がある。しかしながら、たとえエッチングストッパーを用いたとしても、レベンソン型におけるSOGや、ハーフトーン型における半透明膜などの位相シフト層の成膜時における膜厚制御が正確に行われていない場合には位相差は大きく誤差を生じることになる。このため従来位相シフト層の光学定数(屈折率、消衰係数)や膜厚制御に厳しい精度を要求されるということも課題であった。また、i線(波長: 365nm)露光で用いられている $\text{SnO}_2$  やITOといったエッチングストッパーも露光光源がKrFエキシマレーザー(波長: 248nm)等のDeep UV領域になると透過率減衰が大きく実用上困難であるといったことも問題点として指摘されていた。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は以上のような問題点に着目してなされたもので、広い波長域に亘って透光性に優れ、且つ、位相シフトフォトマスクの位相差制御を容易にし、位相シフトフォトマスクとしての位相差の精度を向上し得る位相シフトフォトマスク及び位相シフトフォトマスク用ブランクを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、まず請求項1では、ガラス基板上に位相シフトパターンを設けた位相シフトフォトマスクにおいて、ガラス基板表面上もしくは位相シフト層の下層に、ガラス基板及び位相シフト層よりもエッチング速度の小さい位相差調整層を設けていることを特徴とする位相シフトフォトマスクとしたものである。

【0013】また、請求項2では、前記位相差調整層が、酸化ジルコニウム膜、窒化ジルコニウム膜及び酸化窒化ジルコニウム膜からなる群から選択されたジルコニ

ウム化合物薄膜からなることを特徴とする位相シフトフォトマスクとしたものである。

【0014】また、請求項3では、露光光に対する透過光の位相差の微調整が前記位相差調整層のエッチング量によってなされていることを特徴とする位相シフトフォトマスクとしたものである。

【0015】また、請求項4では、ガラス基板上に位相差調整層と位相シフト層を設けてなる位相シフトフォトマスク用ブランクにおいて、ガラス基板表面上もしくは位相シフト層の下層に、ガラス基板及び位相シフト層よりもエッチング速度の小さい位相差調整層を設けていることを特徴とする位相シフトフォトマスク用ブランクとしたものである。

【0016】また、請求項5では、ガラス基板上に位相差調整層と遮光層を設けてなる位相シフトフォトマスク用ブランクにおいて、ガラス基板表面上もしくは位相シフト層の下層に、ガラス基板及び位相シフト層よりもエッチング速度の小さい位相差調整層を設けていることを特徴とする位相シフトフォトマスク用ブランクとしたものである。

【0017】さらにまた、請求項6では、請求項4又は請求項5記載の位相シフトフォトマスク用ブランクにおいて、前記位相差調整層が、酸化ジルコニウム膜、窒化ジルコニウム膜及び酸化窒化ジルコニウム膜からなる群から選択されたジルコニウム化合物薄膜からなることを特徴とする位相シフトフォトマスク用ブランクとしたものである。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の位相シフトフォトマスクは、透明なガラス基板上に酸化ジルコニウムなどのジルコニウム化合物薄膜よりなる位相差調整層を設け、さらに前記位相差調整層上に遮光パターン又は位相シフトパターン(ハーフトーン型では半透明膜、レベンソン型では透明膜)を設けたものである。ガラス基板上に設けたジルコニウム化合物薄膜のフッ素系ガスに対するエッチング速度が遅いため、このジルコニウム化合物薄膜のエッチング量を制御することが容易であり、位相シフトフォトマスクとしての位相差の精度を向上させることができる。

【0019】図1、図2及び図3は本発明に係る位相シフトフォトマスクの製造工程の一例を示す図であり、キャリアガスとしてハロゲンガスを用い、ジルコニウムターゲットを使用したスパッタリングによって窒素( $\text{N}_2$ )、酸素( $\text{O}_2$ )を含む反応性ガス雰囲気中で成膜されたジルコニウム化合物薄膜よりなる位相差調整層上に、位相シフトパターン及び遮光パターンを有する構造となっている。

【0020】ハーフトーン型位相シフトフォトマスクでは、図1に示すように、まず透明なガラス基板1上にZrO等のジルコニウム化合物薄膜からなる位相差調整層

2をスパッタリング法などにより一様な厚さで成膜する。その後、位相差調整層2上にMoSiやWSi、TaSi、ZrSi、Cr等で透過率5～15%の位相シフト層3を成膜して、ハーフトーン型位相シフトフォトマスク用ブランクを作製する(図1(a)参照)。ここで、位相シフト層3は単層でも多層でもかまわない。このとき位相シフト層3の膜厚は、入射光に対する位相のシフト量が180度以下となるような膜厚、すなわちパターン転写に用いる光の波長を $\lambda$ 、位相シフト層3の屈折率を $n$ とすれば、 $d < \lambda / (2(n-1))$ で表さ

【0021】さらに、位相シフト層3上にレジストを塗布し、リソグラフィプロセスによりレジストパターン5を形成する(図1(b)参照)。さらに、レジストパターン5をマスクにしてドライエッチングにより位相シフトパターン3a及び位相差調整層2に掘り込み部6を形成して、レジストパターン5を剥離処理して本発明の位相シフトフォトマスク(ハーフトーン型)を作製する

(図1(c)参照)。このときのドライエッチングプロセスは、一般的なCHF<sub>3</sub>やCF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>等のフッ素系ガス及びその混合ガスを用いた系で行う。ここで、位相シフト層3がエッチングされて位相シフトパターン3aが形成された後、下層の位相差調整層2に掘り込み部5を形成する際、位相差調整層2のエッチング速度が小さいため、エッチングは徐々に進行するので、位相差調整層2のエッチング量を制御することは比較的容易であり、位相シフトフォトマスクの位相差を精度良く調整することができる。

【0022】レベンソン型(ここではシフター上置き型を示す)では、図2に示すように、ガラス基板11上にZrO等のジルコニウム化合物薄膜よりなる位相差調整層12をスパッタリング法などにより一様な厚さで成膜し、位相差調整層12上にクロムや窒化クロム、酸化クロム等からなる遮光層13を形成した位相シフトフォトマスク用ブランク14を作製し(図2(a)参照)、さらに、リソグラフィプロセスにより遮光層13をパターンニング処理して遮光パターン13aを形成する(図2(b)参照)。

【0023】次に、遮光パターン13a及び位相差調整層12の上にSiO<sub>2</sub>等を主成分とする位相シフト層15を設ける。この位相シフト層15の膜厚は、上記同様位相のシフト量が180度以下となるような膜厚であればよい。

【0024】その後、位相シフト層15上にレジストを塗布し、リソグラフィプロセスによりレジストパターン16を形成する(図2(c)参照)。

【0025】次に、レジストパターン16をマスクにしてドライエッチングにより位相シフトパターン15a及び位相差調整層12に掘り込み部17を形成する(図2(d)参照)。

【0026】次に、レジストパターン16を剥離処理して本発明の位相シフトフォトマスク(シフター上置き型)が得られる(図2(e)参照)。ここでも上記同様、位相シフト層15がエッチングされて位相シフトパターン15aが形成された後、下層の位相差調整層12に掘り込み部17を形成する際、位相差調整層12のエッチング速度が小さいため、エッチングは徐々に進行するので、位相差調整層12のエッチング量を制御することは比較的容易であり、位相シフトフォトマスクの位相差を精度良く調整することができる。これは、図3に示すシフター下置き型の様な他の形態の位相シフトフォトマスクにも適用できる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の位相シフトフォトマスクの実施例について、図1～図3に従ってより具体的に説明する。

<実施例1>まず、透明な石英ガラス基板からなるガラス基板1上に、DCスパッタリング装置を用いて、チャンバー内にアルゴン(Ar)ガス及び酸素ガス(O<sub>2</sub>)ガス、窒素ガス(N<sub>2</sub>)を導入し、ジルコニウムターゲットを反応性スパッタさせて、酸化窒化ジルコニウム膜よりなる位相差調整層2を形成した。このときの位相差調整層2の膜厚は5～200nm程度とする。また、ガラス基板1はKrFエキシマレーザーなど短波長露光用として石英ガラスを使用したか、それ以外にも用途に合わせて低膨張ガラス、青板ガラス、白板ガラス、CaF<sub>2</sub>等の基板を用いてもよい。

【0028】位相差調整層2の成膜条件：

電流制御：1A

Ar流量：20SCCM

O<sub>2</sub>流量：2SCCM

N<sub>2</sub>流量：3SCCM

成膜された酸化窒化ジルコニウム膜からなる位相差調整層2の屈折率 $n$ はKrFエキシマレーザー光の波長(248nm)で1.85、消衰係数 $k$ は0.005であった。

【0029】次に、位相差調整層2上にモリブデンシロサイドの酸化窒化膜(MoSiON膜)からなる位相シフト層3をスパッタリング法により一様な膜厚で成膜し、位相シフトマスク用ブランク4を作製した(図1(a)参照)。この時の、位相シフト層3の屈折率 $n$ は1.97、消衰係数 $k$ は0.40であった。

【0030】次に、位相シフト層3上にレジストを塗布し、リソグラフィプロセスによりレジストパターン5を形成した(図1(b)参照)。

【0031】次に、ドライエッチングRIE装置によりCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>の混合ガスを用いてレジストパターン5をマスクにしてエッチングを行い、位相シフトパターン3a及び位相差調整層2に掘り込み部6を形成して、レジストパターン4を剥離処理して本発明の位相シフトフォ

トマスク（ハーフトーン型）が得られた（図1（c）参照）。酸化窒化ジルコニウム膜よりなる位相差調整層2のエッチング速度は、位相シフト層3に比べて10倍以上遅いので、位相差調整層2の掘り込み部6の深さ制御精度は向上する。

【0032】ここで、位相シフト層3の膜厚が124Åであれば位相差は175度であり、位相差調整層2の掘り込み部6のエッチング量は位相差5度分すなわち40Åであればよい。このとき、全体としての透過率が7.23%、反射率11.34%、位相差179.96度の位相シフトフォトマスクが得られた。また、位相シフト層3の膜厚が1207Åであれば位相差は170度であり、位相差調整層2の掘り込み部6のエッチング量は位相差10度分すなわち81Åであればよい。このときには、全体としての透過率が7.85%、反射率11.17%、位相差179.95度の位相シフトフォトマスクが得られた。位相シフト層3の成膜に際して膜厚等に誤差が生じた場合には、位相差調整層2の掘り込み部6のエッチング量によって適宜調節を行うことができる。

【0033】＜実施例2＞まず、透明な石英ガラス基板からなるガラス基板11上に、実施例1と同様な成膜条件で酸化窒化ジルコニウム膜からなる位相差調整層12を形成し、さらに酸化クロムからなる遮光層13を形成した位相シフトフォトマスク用ブランク14を作製した（図2（a）参照）。位相差調整層2の屈折率 $n$ は $k_r F$ エキシマレーザ光の波長（248nm）で1.85、消衰係数 $k$ は0.005であった。

【0034】次に、位相シフト層12上の遮光層13をリソグラフィプロセスによりパターンニング処理し、遮光パターン13aを形成した（図2（b）参照）。

【0035】次に、位相差調整層12及び遮光パターン13a上にSOGを塗布して透明膜からなる位相シフト層15を形成した。このときの位相シフト層15の膜厚は、露光光に対する位相差が180度以下になるように設定する。すなわち、位相シフト層15の屈折率を $n$ 、露光波長を $\lambda$ 、位相シフト層の膜厚を $d$ とすれば、 $d = \lambda / 2 (n - 1)$  で与えられる値以下の膜厚とする。本実施例では、位相シフト層の屈折率 $n$ が露光波長248nmにおいて1.48であるので位相シフト層15の膜厚は2583Å以下で形成する。次に、位相シフト層15上にレジストを塗布し、リソグラフィプロセスによりレジストパターン16を形成した（図2（c）参照）。

【0036】次に、実施例1と同様な方法で、レジストパターン16をマスクにしてドライエッチングを行い、位相シフトパターン15a及び位相差調整層12に掘り込み部17を形成した（図2（d）参照）。掘り込み部17の掘り込み量は位相シフト層と合わせた位相シフトマスク全体の位相差が180度となる分だけ掘り込む。

【0037】次に、レジストパターン16を剥離処理して、本発明の位相シフトフォトマスク（シフター上置き

型）が得られた（図2（e）参照）。

【0038】＜実施例3＞まず、透明な石英ガラス基板からなるガラス基板21上に、実施例1と同様な成膜条件で酸化窒化ジルコニウム膜からなる位相差調整層22とSOGを塗布して形成した位相シフト層23を順次形成し、位相シフトフォトマスク用ブランク24を作製した（図3（a）参照）。位相差調整層22の屈折率 $n$ は $k_r F$ エキシマレーザ光の波長（248nm）で1.85、消衰係数 $k$ は0.005であった。さらに、位相シフト層23の屈折率 $n$ は1.48であった。

【0039】次に、位相シフトフォトマスク用ブランク24上にスパッタリング法により酸化クロム膜を形成し、リソグラフィプロセスにより遮光パターン25を形成した（図2（b）参照）。

【0040】次に、遮光パターン25が形成された位相シフト層23上にレジストを塗布し、リソグラフィプロセスによりレジストパターン26を形成した（図3（c）参照）。

【0041】次に、レジストパターン26及び遮光パターン25をマスクにして、実施例1と同様な方法で、ドライエッチングを行い、位相シフト層23に貫通パターンを、位相差調整層22に掘り込み部27を形成した（図3（d）参照）。

【0042】次に、レジストパターン26を剥離処理して、本発明の位相シフトフォトマスク（シフター下置き型）が得られた（図3（e）参照）。

【0043】

【発明の効果】本発明の位相シフトフォトマスクでは、ガラス基板と位相シフト層の間に酸化窒化ジルコニウム等のジルコニウム化合物薄膜からなる位相差調整層を設けることにより、広い波長域に亘って高透過性を示すとともに、フッ素系ガスを用いたときのエッチング速度が極めて遅いため、このジルコニウム化合物薄膜よりなる位相差調整層の掘り込み部の深さ制御が容易であり、位相シフトフォトマスクとしての位相差の精度を向上させることができる。また、このジルコニウム化合物薄膜のエッチング量を変えてやることにより、位相シフト層の膜厚や屈折率のズレによる位相差の誤差を補正することが容易にできる。このことから、位相差調整層を位相シフト層の下層に設けることにより、位相シフトフォトマスクの位相差の精度が高まり、パターンエッジのコントラストやパターンの解像度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は、本発明の位相シフトフォトマスク用ブランクの一実施例の構成を示す断面図である。（b）は、本発明の位相シフトフォトマスク（ハーフトーン型）の一実施例の製造工程を示す断面図である。（c）は、本発明の位相シフトフォトマスク（ハーフトーン型）一実施例の構成を示す断面図である。

【図2】（a）は、本発明の位相シフトフォトマスク用

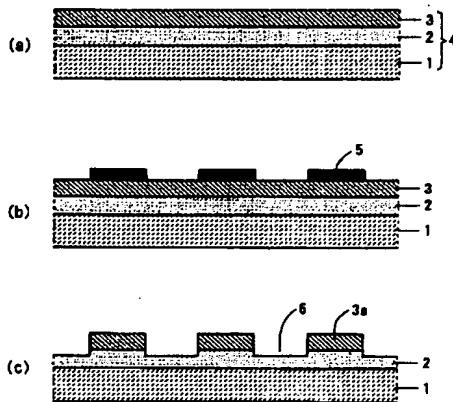
ブランクの他の実施例の構成を示す断面図である。

(b)～(d)は、本発明の位相シフトフォトマスク

(シフター上置き型)の一実施例の製造工程を示す断面図である。(e)は、本発明の位相シフトフォトマスク(シフター上置き型)の一実施例の構成を示す断面図である。

【図3】(a)は、本発明の位相シフトフォトマスク用ブランクの一実施例の構成を示す断面図である。(b)～(d)は、本発明の位相シフトフォトマスク(シフター下置き型)の一実施例の製造工程を示す断面図である。(e)は、本発明の位相シフトフォトマスク(シフター下置き型)の一実施例の構成を示す断面図である。

【図1】

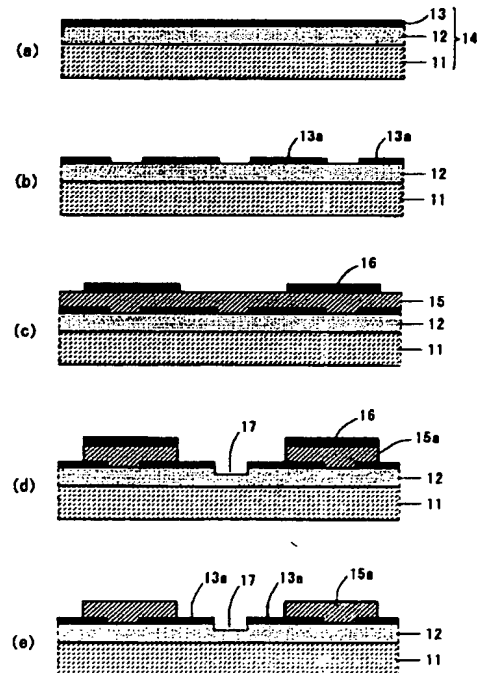


【図4】(a)～(c)は、位相シフトフォトマスクの原理を示す説明図である。

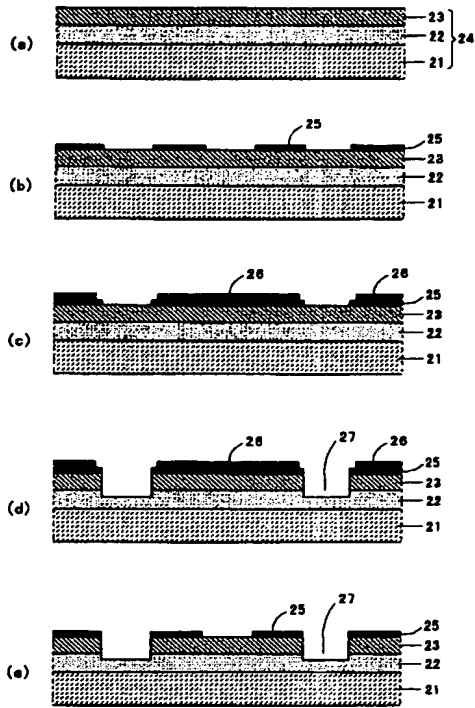
【符号の説明】

- 1、11、21……ガラス基板
- 2、12、22……位相差調整層
- 3、15、23……位相シフト層
- 3a、15a……位相シフトパターン
- 4、14、24……位相シフトマスク用ブランク
- 5、16、26……レジストパターン
- 6、17、27……掘り込み部
- 13……遮光層
- 13a、25……遮光パターン

【図2】



【図3】



【図4】

